

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-164986

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl. H01S 5/227

(21)Application number : 11-270864 (71)Applicant : MITSUBISHI CHEMICALS
CORP

(22)Date of filing : 24.09.1999 (72)Inventor : HASHIMOTO MAKIKO
SHIMOYAMA KENJI
FUJII KATSUSHI
KIYOMI KAZUMASA

(30)Priority

Priority number : 10271634

Priority date : 25.09.1998

Priority country : JP

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE AND MANUFACTURE
THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize the existence of a protective film and improve

the yield with the cleavage, assembling, etc., by forming a semiconductor layer to be a current block layer outside the protective film at the outsides of ridges.

SOLUTION: On a substrate 21 a first conductivity-type clad layer 11 and an active layer 12 are laminated, a protective film 31 which is an insulation layer is deposited thereon, the protective film 31 on a ridge dummy region at an outer part of the protective film 31 is removed through photolithography, a semiconductor layer to be a current block layer 16 is formed on the ridge dummy region, a ridge-forming opening is bored in a central part of the protective film by the photolithography, a second conductive clad layer 13a and a contact layer 14a are deposited on the ridge part and layers 13b, 14b corresponding to them are deposited on the ridge dummy region. Thus the yield with the cleavage and assembling can be improved.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 23.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3864634

[Date of registration] 13.10.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Semi-conductor luminescence equipment characterized by forming the current block layer in the outside of this protective coat on a substrate in the semi-conductor luminescence equipment which has a wrap protective coat in the compound semiconductor layer containing a barrier layer, the compound semiconductor layer of the ridge mold formed at opening, and the both sides of this opening field.

[Claim 2] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 1 with which the compound semiconductor layer containing the aforementioned barrier

layer is characterized by including the layer with a refractive index smaller up and down respectively than a barrier layer of a barrier layer.

[Claim 3] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 2 characterized by for the layer by the side of a substrate being the 1st conductivity-type cladding layer among layers with a refractive index smaller than the barrier layer of the upper and lower sides of the aforementioned barrier layer, and the layer of another side being the 1st cladding layer of the 2nd conductivity type.

[Claim 4] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 1 to 3 with which the compound semiconductor layer of the aforementioned ridge mold is characterized by including a layer with a refractive index smaller than a barrier layer.

[Claim 5] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 4 with which a layer with a refractive index smaller than the aforementioned barrier layer is characterized by being the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type.

[Claim 6] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 1 to 5 with which said current block layer is characterized by being a semi-conductor layer.

[Claim 7] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 6 with which said current block layer is characterized by being the semi-conductor layer of the 1st conductivity type, or the semi-conductor layer of high resistance.

[Claim 8] The manufacture approach of the semi-conductor luminescence equipment characterized by including the compound semiconductor layer which contains a barrier layer on a substrate and the process which forms a wrap protective coat in this order for opening at least, the process which carries out selective growth of the current block layer to the both sides of this protective coat, the process which forms opening at this protective coat, and the process which carries out selective growth of the compound semiconductor layer of a ridge mold to this opening.

[Claim 9] The manufacture approach of the semi-conductor luminescence equipment characterized by to include the process which carries out the laminating of the compound semiconductor layer and the current block layer which contains a barrier layer on a substrate to this order, the process which removes a part of this current block layer, the process which forms this protective coat that has opening into that removed part, and the process which

carries out selective growth of the compound semiconductor layer of a ridge
mold at this opening.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semi-conductor luminescence equipment which has ridge mold stripe geometry suitable especially as semiconductor laser, and its manufacture approach with respect to semi-conductor luminescence equipment and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The structure and its creation approach of ridge waveguide mold stripe geometry semiconductor laser of a conventional type are shown in drawing 4 . As shown in drawing 4 (a), after growing up the 1st cladding layer 11 of the 1st conductivity type, a barrier layer 12, the 2nd cladding layer 13 of the 2nd conductivity type, and the 2nd conductivity-type contact layer 14 on a substrate 21, the ridge section is formed by etching the 2nd conductivity-type contact layer 14 and the 2nd cladding layer 13 of the 2nd conductivity type by etching like drawing 4 (b). Under the present circumstances, etch to the middle of the 2nd cladding layer 13 of the 2nd conductivity type in the upper part of a barrier layer 12, this ridge section side face and the front face of parts other than a ridge are made for a current not to flow after that using an insulating layer 31, and parts other than a ridge are created by forming the

electrodes 32 including the ridge upper part on it (drawing 4 (c)).

[0003] By making it such structure, a current is poured into a barrier layer 12 through the ridge section, and the light corresponding to the presentation of a barrier layer 12 generates it by the barrier layer 12 under the ridge section. On the other hand, since the insulating layer 31 with a small refractive index is formed compared with a semi-conductor part, the effective index of the barrier layer of parts other than a ridge becomes smaller than the effective index of the ridge section. Consequently, the generated light will be confined in the optical waveguide of the ridge lower part.

[0004] Since this ridge waveguide mold stripe geometry semi-conductor luminescence equipment formed the ridge part by etching, it was difficult to make regularity thickness for the clad layer into which parts other than the ridge on a barrier layer were etched. Consequently, the effective index of the barrier layer of this part is sharply changed by the slight difference in the thickness of the cladding layer of parts other than this ridge. Moreover, it was difficult to create the laser which the width of face of the ridge pars basilaris ossis occipitalis which determines the width of face of current impregnation was also changed, therefore fixed the optical angle of divergence with the low threshold

with sufficient repeatability.

[0005] In order to solve such a problem, the crystal growth rate at the time of crystal growth is used, the thickness of the cladding layer of the barrier layer upper part is determined, a protective coat is created in addition to a ridge part, and the method of re-growing up a ridge part is proposed (JP,5-121822,A, JP,9-199791,A, etc.). The structure and its creation approach of such laser are shown in drawing 5 . first, this 1st cladding layer of 2nd conductivity type 13 front face after growing up the 1st cladding layer 11 of the 1st conductivity type, a barrier layer 12, and the 1st cladding layer 13 of the 2nd conductivity type on a substrate 21 (drawing 5 (a)) -- SiO₂ etc. -- it covers with a protective coat 31, a stripe-like aperture is opened by the photolithography method, and selective growth of 2nd cladding layer of 2nd conductivity type 13a and the 2nd conductivity-type contact layer 14 is carried out only to this stripe field (drawing 5 (b)). subsequently, the side face of 2nd cladding layer of 2nd conductivity type 13a which forms the wrap protective coat 31 and a ridge for parts other than a ridge and the surface whole of the 2nd conductivity-type contact layer 14 -- SiN_x etc. -- insulating-layer 31a -- covering -- again -- SiN_x of a ridge crowning An electrode 32 is formed in the whole front face after removing an insulating layer

by the photolithography method (drawing 5 (c)).

[0006] Thus, by the insulating layer, when it was made for a current not to flow into parts other than a ridge, a front face will be covered by the insulating layer, and cleavage carried out it, and it had problems, such as ***** and electrode peeling. Moreover, when a pinhole etc. existed in an insulating layer, there was also a problem that a current flowed into parts other than a ridge, and the constriction of the current could not fully be carried out to them in a ridge part. When it assembles still like drawing 9 (b) by j-down (junction down) which turns a substrate side up and turns an epitaxial layer side down, since the compound semiconductor layer under it was reached only by solder material turning by the thickness of an electrode and a protective coat, it was easy to produce current leakage and the ridge part is sticking out compared with other parts, there are problems, -- it is easy to cause degradation by stress --, and it is not in a desirable condition.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, the ridge stripe mold waveguide structure semi-conductor luminescence equipment of a conventional type had the case where the yield fell by an insulating layer etc., without fully

carrying out the constriction of the current to any parts other than a ridge by a protective coat etc. at LD by which it was made for a current not to flow again that it is hard to carry out cleavage and assembly, even when creating using re-growth. Moreover, when it assembled to j-down, degradation by the current leakage and stress to a part other than a ridge was caused, and there was a case where sufficient LD property was not acquired.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention person etc. was considering as the semi-conductor luminescence equipment which has the structure the semi-conductor layer used as a current block layer having been formed outside, in the pan of the protective coat on the outside of a ridge, as a result of inquiring wholeheartedly the above-mentioned technical problem solving, when existence of a protective coat is recognized the minimum, and it finds out improving yields, such as cleavage and assembly, and it assembles by j-down, he found out that sufficient LD property is acquired, and he reached this invention.

[0009] That is, the summaries of this invention are semi-conductor luminescence equipment with the ridge stripe mold waveguide structure where an example of the structure and a process was shown in drawing 1 , and its manufacture

approach. The compound semiconductor layer which specifically contains a barrier layer on a substrate, the compound semiconductor layer of the ridge mold formed on opening by which a current is poured in, The semi-conductor luminescence equipment characterized by having the current block layer formed in the outside of this protective coat in the semi-conductor luminescence equipment which has a wrap protective coat in the both sides of this opening, The process which forms on a substrate the protective coat which has the compound semiconductor layer and opening containing a barrier layer at this order, The process which carries out selective growth of the current block layer to the both sides of this protective coat, the process which removes the part corresponding to opening of this protective coat, The manufacture approach of the semi-conductor luminescence equipment characterized by including the process which carries out selective growth of the compound semiconductor layer of a ridge mold to opening, The process which carries out the laminating of the compound semiconductor layer and current block layer which contain a barrier layer in a list on a substrate to this order, It is the manufacture approach of the semi-conductor luminescence equipment characterized by including the process which removes this a part of current block layer, the process which forms the

protective coat which has this opening into the removed part, and the process which carries out selective growth of the compound semiconductor layer of a ridge mold to opening.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail.

The structure of this invention is created by re-growth. That is, as shown in drawing 1, the compound semiconductor layer containing a barrier layer first formed on a substrate usually contains the layer with a refractive index smaller than a barrier layer of a barrier layer up and down, among those, in the layer by the side of a substrate, the 1st conductivity-type cladding layer and the layer by the side of epitaxial of another side function as the 1st cladding layer of the 2nd conductivity type. In addition, the layer which functions as a lightguide layer may be included. Usually, it is DH structure in the double which comes to insert a barrier layer by the two-layer cladding layer, and the laminating of the 1st conductivity-type cladding layer 11, a barrier layer 12, and the 2nd conductivity-type cladding layer 13 is carried out one by one on a substrate 21. At this time, the antioxidizing layer which has the function to prevent scaling further, on the 2nd conductivity-type cladding layer 13 may be included, for

example, the laminating of the direct antioxidizing layer 15 can be carried out, and this is desirable (drawing 1 (a)). Next, the protective coat 31 which is an insulating layer is made to deposit, and the protective coat of a ridge dummy area is removed to the lateral part of this protective coat by the photolithography method. Suppose that it sees from an epitaxial layer side as it is indicated in drawing 8 as a ridge dummy area, and the lateral part of a protective coat is called a ridge dummy area including an epitaxial layer from a substrate. Suppose that the epitaxial layer which grew up to be it so that it might go to get on a protective coat 31 is also included. The current block layer 16 is formed in a ridge dummy area (drawing (b)). Furthermore, opening for ridge formation is opened in a part for the core of a protective coat by the photolithography method. As a configuration of opening, it is not limited to a stripe, for example, the part may spread out or you may be narrow. Besides, the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type which is, the compound semiconductor layer, i.e., the compound semiconductor layer with a refractive index usually lower than a barrier layer, of a ridge mold, and the contact layer for resistance reduction are formed. In addition, the layer which functions as a lightguide layer may be included. By doing so, each layer 13b and 14b to which 2nd conductivity-type

cladding layer 13a and the contact layer 14 correspond to a ridge dummy area with this deposits on a ridge part.

[0011] Moreover, as shown in drawing 2 , 16 which becomes the antioxidizing layer 15 and a current block layer according to the 1st conductivity-type cladding layer 11, a barrier layer 12, the 2nd conductivity-type cladding layer 13, and the need is formed on a substrate 21 at the beginning (drawing (a)). Next, the protective coat 31 which removes the part which forms the ridge section and a protective coat (drawing (b)) and which is subsequently an insulator is made to deposit using the photolithography method and an etching technique, and opening is opened in a ridge dummy area and a ridge part by the photolithography method. Besides, the 2nd conductivity-type cladding layer and a contact layer are formed. By doing so, each layer 13b and 14b to which 2nd conductivity-type cladding layer 13a and the contact layer 14 correspond to a ridge dummy area with this deposits on a ridge part (drawing (c)). In addition, in drawing 1 (d) and drawing 2 (d), 32 and 33 are electrodes, are made to deposit by the well-known approach, and are formed.

[0012] What is necessary is just to use the well-known growth approaches, such as MOCVD and MBE, for creation and re-growth of this double hetero structure.

Moreover, since desirably grows up a crystal thin film on it, it is good to use semi-conductor single crystal substrates, such as GaAs, InP and Si, and ZnSe, especially the semiconducting crystal substrate which has zincblende structure, and the crystal growth side of a substrate is desirable [if there is conductivity also about a substrate, it can be used, but] for a field (100) or a field equivalent to it and a crystallography target in that case. In addition, when you call it a field (100) in this description, it is not necessary to be necessarily a field [being strict (100)], and suppose that even the case where it has about a maximum of 15-degree off angle type is included.

[0013] Moreover, the substrate of a hexagonal mold is sufficient as a substrate, and it is formed also on aluminum $2O_3$, 6 H-SiC, etc. in that case.

[0014] What is necessary is just to create DH structure using common III-V groups, such as AlGaAs, AlGaInP, GaInPAs, AlGaInN, BeMgZnSSe, and CdZnSeTe, and an II-VI group semi-conductor, although definition is not carried out about a cladding layer, a barrier layer, a current block layer, and the 2nd conductivity-type contact layer formed on the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type if needed for contact resistance reduction, either. Moreover, although what is necessary is just the ingredient which a current block layer

makes concentrate a current on a ridge part at this time, and can start laser oscillation only in a ridge part, about thickness, if too thick, the controllability of ridge stripe width of face will worsen, for example, and when thin and it assembles to j-down, the effectiveness of calling off the stress to a ridge stripe part fades. Therefore, the lower limit of the thickness of a current block layer has desirable 100nm or more, its 300nm or more is more desirable, and its 500nm or more is the most desirable. Moreover, the upper limit has desirable 2000nm or less, its 1500nm or less is more desirable, and its 1000nm or less is the most desirable. Although an insulating layer is sufficient as a current block layer, it is desirable that it is a semi-conductor layer. In this case, as a conductivity type, it is the 1st conductivity type, or is high resistance, and as for the lower limit of carrier concentration, three or more $[1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}]$ are desirable, three or more $[5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}]$ are more desirable, and three or more $[7 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}]$ are the most desirable. Moreover, as for the upper limit, three or less $[1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}]$ are desirable, three or less $[5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}]$ are more desirable, and three or less $[3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}]$ are the most desirable. Moreover, in order to prevent the leakage of the current in the boundary parts of a protective coat and a current block layer, a current block layer has the more desirable thing which cut in a paste on a

protective coat and which is formed like.

[0015] although a current block layer is not limited about the width of face d of the protective coat at the time of growing up (drawing 1 (b)), and especially the repeat width of face L of this protective coat (drawing 1 (b)) -- the ratio of the width of face d of this protective coat, and the repeat width of face L of this protective coat -- since ***** of a ridge and control of carrier concentration become easy in [0.002 or more] being 0.5 or less, d/L is desirable. Moreover, since it is necessary to open opening for ridge formation in this protective coat, if the width of face d of a protective coat is close to the width of face W of opening, it will become impossible to carry out selective growth which vacating opening with a sufficient precision spreads in difficulty and with which a ridge part and a ridge dummy area are going to get on a protective coat. At this time, the width of face D of the protective coat for ridge re-growth (drawing 1 (c)) is set to $d=2D+W$. Although not limited especially about the width of face of a protective coat D, either, it is desirable, if 5 micrometers or more of 7 micrometers or more of minimums are 10 micrometers or more most preferably and they are filling the ratio of d/L about the upper limit preferably for the above-mentioned reason.

[0016] Moreover, as for a cladding layer, an ingredient with a refractive index

smaller than a barrier layer is chosen at this time. It is low resistance for an ingredient with a band gap smaller than that of a cladding layer usually being chosen, and taking ohmic nature with a metal electrode as a contact layer, and as for the lower limit of a suitable carrier consistency and carrier concentration, three or more [$1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$] are desirable, and three or more [$5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$] are more desirable. Moreover, as for the upper limit, three or less [$5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$] are desirable, and three or less [$2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$] are more desirable.

[0017] The same ingredient as the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type may also use a layer with more high carrier concentration as a contact layer, or may make a part with high carrier concentration to the part by the side of the front face of the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type, and a part with high carrier concentration may be used as a contact layer. Moreover, a barrier layer is not limited when consisting of a single layer, but it decides to also include the multiple quantum well structure (MQW) which consists of a lightguide layer by which the laminating was carried out on the barrier layer pinched by the single quantum well structure (SQW) which consists of a lightguide layer a quantum well layer and this whose quantum well layer are pinched from the upper and lower sides, two or more quantum well layers, and them, and the best quantum

well layer, and to the bottom of the lowest quantum well layer. Furthermore, variation in the flare angle of the light from which the variation in the presentation at the time of laser production becomes a cause as structure lower than the refractive index of the cladding layer which is on a barrier layer about the refractive index of the cladding layer of a ridge part can be made small.

[0018] Although not limited especially about a protective coat, either, in order to have insulation in order to perform a current constriction by the protective coat of opening both the sides, and to give an effective-index difference in a barrier layer between the ridge section and a protective coat horizontally and to attain stabilization of the transverse mode of laser oscillation so that current impregnation can be performed only to the field of the barrier layer under the ridge section formed on opening of a protective coat, as for the refractive index of a protective coat, it is desirable that it is smaller than the refractive index of a cladding layer. However, since the effective refractive-index level difference of the longitudinal direction within a barrier layer will tend to become large practically if a refractive-index difference is too large, the 1st cladding layer under a ridge must be thickened. On the other hand, although it is necessary to make a protective coat to some extent thick since light leakage comes to be

easy to the outside of a protective coat when a refractive-index difference is too small, the problem that cleavability worsens by this arises. These things are considered and combined, as for the lower limit of the refractive-index difference of a protective coat and a cladding layer, 0.1 or more are desirable, 0.2 or more are more desirable, and 0.7 or more are the most desirable. Moreover, as for the upper limit, 2.5 or less are desirable, 2.0 or less are more desirable, and 1.8 or less are the most desirable.

[0019] Moreover, if the thickness which is extent from which an insulating property can fully be shown and light does not leak to the outside of a protective coat has the thickness of a protective coat, there will be especially no problem. The lower limit of the thickness of a protective coat has desirable 10nm or more, its 50nm or more is more desirable, and its 100nm or more is the most desirable. Moreover, the upper limit has desirable 50nm or less, its 300nm or less is more desirable, and its 200nm or less is the most desirable. moreover -- although not limited about the width of face D of a protective coat, and especially the repeat width of face L of a ridge part -- the ratio of the width of face D of this protective coat, and the repeat width of face L of a ridge part -- when D/L is 0.25 or less [0.001 or more], since control of the thickness of a ridge part or carrier

concentration becomes easy, it is desirable. What is necessary is just to use the average of each width of face, if the width of face D of a protective coat and the repeat width of face L of a ridge part have the same width of face in the inside of each repeat unit and dispersion is in the width of face in the inside of each repeat unit about the same width of face here.

[0020] Although it acts as an insulating layer, it is desirable that it is a dielectric, and specifically, a protective coat is the SiNx film, SiO₂ film, the SiON film, and aluminum 2O₃. The film and ZnO The film and SiC It is chosen from the group which consists of film and an amorphous silicon. a protective coat -- as a mask -- MOCVD etc. -- when using and forming the ridge section with selection re-growth, while being used, the object of a current constriction is also used. Triggered by the simplicity of a process, although it is desirable to use the thing of the same presentation as for the protective coat for current constrictions, and the protective coat for selective growth, the layer from which the presentation may differ and a presentation differs if needed may be formed to a multilayer.

[0021] In order for the contact layer which a substrate front face mentions later on a ridge section side face crystallographically with a field (100) or it in the case of an equivalent field to make it easy to grow up using a sphalerite mold

substrate, it is desirable that the stripe field longitudinal direction preferably used as opening of a protective coat is crystallographically extended in the equivalent direction with the $[01-1]$ direction or it. In that case, most ridge side faces can turn into the A_{th} (311) plane in many cases, and a contact layer can be grown up all over [in which the growth on the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type which forms a ridge is possible] substantial. The direction where a stripe field is extended when the substrate of the U_r Die Zeit mold is used for the same reason is $[11-20]$ or $[1-100]$ for example, (0001) on a field. It is desirable. HVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy) It is MOVPE although which direction is sufficient then. It is $[11-20]$ then. A direction is more desirable.

[0022] The compound semiconductor with which this inclination contains aluminum, Ga, and As as a configuration element, and when an AlGaAs system compound semiconductor is more specifically used as a cladding layer, 0.2 or more have [the lower limit of AlGaAs, especially an AlAs mixed-crystal ratio] the 2nd desirable cladding layer of the 2nd conductivity type, 0.3 or more are more desirable, and 0.4 or more are the most desirable. Moreover, as for the upper limit, 1.0 or less are desirable, 0.9 or less are more desirable, and 0.8 or less are the most desirable. In addition, when calling it " $[1 \ [\ 01-]]$ Direction" in this

description, in a common III-V group and an II-VI group semi-conductor, the [01-1] direction is defined as [11-1] side which exists between a field (100) and [01-1] side being a field where V group or VI group element appears, respectively. Moreover, it is not necessary to be necessarily the direction of [01-1] JASUTO, and even the direction where about ± 10 degrees of directions shifted from [01-1] shall be included.

[0023] The embodiment of this invention is not limited when a stripe field in case the above-mentioned opening is a stripe configuration is the [01-1] direction. Other embodiments are explained below. When the stripe field is extended in the [011] directions or the direction equivalent to it and a crystallography target, an anisotropy can be given to a growth rate, and it is quick in a field (100) and can avoid almost growing up by the Bth (111) plane according to growth conditions. In that case, if it grows up to be a stripe-like window part (100) side selectively, the 2nd cladding layer of the ridge-like 2nd conductivity type which makes the Bth (111) plane a side face will be formed. In case a contact layer is formed next also in this case, a contact layer is extensively formed also in the ridge side face which consists of the Bth (111) plane with the ridge crowning of a field (100) by choosing the conditions from which isotropic, strong growth takes place more.

MOCVD -- the case where a group-III-V-semiconductor layer is grown up using low pressure chemical vapor deposition (LPCVD) -- double hetero structure -- the growth temperature is on the order of 700 degrees, and a V/III ratio -- 25 to about 45, and a ridge part -- the growth temperature is on the order of 630-700 degrees, and a V/III ratio -- it is desirable to carry out about by 45 to 55.

When the ridge part which carries out selective growth especially using a protective coat is a group III-V semiconductor containing aluminum, such as AlGaAs, by introducing the HCl gas of a minute amount during growth, deposition of Pori on a protective coat top is prevented, and it is dramatically desirable. In that case, if there are too many amounts of installation of HCl gas, growth of an AlGaAs layer will not take place but a semi-conductor layer will etch into reverse -- having (etching mode) -- it depends on the optimal amount of HCl installation on the number of III group feeding mols containing aluminum, such as trimethylaluminum, greatly. Specifically, it is III containing the number of supply mols and aluminum of HCl. As for the lower limit of the ratio (HCl/III group) of the number of group feeding mols, 0.01 or more are desirable, 0.05 or more are more desirable, and 0.1 or more are the most desirable. Moreover, as for the upper limit, 50 or less are desirable, ten or less are more desirable, and five or less are the most desirable.

[0024] Or it is hard to oxidize the re-growth front face of a double hetero structure front face, even if it oxidizes in addition to the structure of this invention, it is also possible to form the antioxidizing layer which can remove an oxide film easily. Moreover, dispersion in the flare angle of light can also be made small by dispersion in the presentation of laser creation time as structure which becomes lower than the refractive index of the cladding layer which is on a barrier layer about the refractive index of the cladding layer of a ridge part. Furthermore, it can grow up so that the top face of a protective coat may be started in the cladding layer of a re-growing region using well-known technique, such as the describing [above] MOCVD method, the controllability of distribution of the light which oozes out near a protective coat and the ridge section can be improved, or it can grow up so that the top face of a protective coat may be started in the contact layer of a re-growing region, and a touch area with antioxidizing of a cladding layer side face or the electrode by the side of an epitaxial side can also be increased. You may perform independently growing up so that the protective coat upper part may be started in the cladding layer and contact layer of these re-growing region, respectively, and both may be combined. Thus, this invention is applicable to various ridge stripe mold waveguide structure semi-conductor

luminescence equipments. Moreover, this structure is applicable also as LED of an end-face luminescence mold.

[0025] In this invention, since it is characterized by making into the minimum area which uses an insulator layer by forming a current block layer in the outside of the protective coat which is an insulator layer, and a protective coat does not exist in the direction parallel to a resonator by this in the case of cleavage and only the minimum protective coat exists perpendicularly, cleavage becomes easy. Moreover, a ridge dummy area can make it thicker than a ridge stripe part by existence of a current block layer, as shown in drawing 9 (a), when it assembles by j-down, big stress does not go into a central ridge, but there is an advantage of preventing degradation. Moreover, there is an advantage of preventing the current leak depended for the solder material at the time of constructing and building by j-down structure by existence of a current block layer since a ridge dummy area serves as thyristor structure turning, and crowding.

[0026] As most desirable gestalt that applied this invention As shown in drawing 3 , form the antioxidizing layer 15 in DH front face, and cladding layer 13a and contact layer 14a which re-grew are grown up so that it may start up to the

protective coat 31 upper part. Furthermore the refractive index of ridge section cladding layer 13a is made into the structure which becomes lower than the refractive index of the cladding layer 13 on a barrier layer, and it is made the structure which the current block layer 16 requires for the upper part of a protective coat 31 similarly.

[0027] Moreover, although most is the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type, as for the compound semiconductor layer of a ridge mold, it is usually more desirable on the whole substantial surfaces, such as the side face and a top face, than other parts of a ridge mold compound semiconductor layer that the contact layer of low resistance is formed. Thus, resistance of the whole equipment can be low suppressed by giving touch area sufficient between an adjoining electrode and the 2nd adjoining cladding layer of the 2nd conductivity type through a contact layer.

[0028] In addition, it is also possible to cover further a part of side face of a ridge in which the contact layer was formed, and top face, in the layer of the objects, such as antioxidizing. Resistance of the whole equipment can be suppressed small and it is included by this invention in the limitation rather than it forms an electrode, without forming a contact layer in a ridge side face also in that case.

Especially, it is AlGaInP. A system and AlGaInN In the high ingredient (especially setting in p mold) of specific resistance, such as a system, it is effective in resistance reduction of the whole equipment.

[0029] The structure where a part of compound semiconductor layer of the ridge mold which is the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type which re-grew using well-known technique, such as the above-mentioned MOCVD method, is formed on the protective coat so that it may cut in a paste is desirable. The lower limit of the part of the lap to the 2nd conductivity-type and protective coat top of the 2nd cladding layer has desirable 0.01 micrometers or more, and its 0.1 micrometers or more are more desirable. Moreover, the upper limit has desirable less than 2.0 micrometers, and its 1.0 micrometers or less are more desirable. While the touch area of a contact layer and an electrode can be increased and the contact resistance of a contact layer and an electrode falls by being formed as mentioned above, the controllability of the optical distribution which oozes out near the boundary of a protective coat and a ridge pars basilaris ossis occipitalis can be raised. Moreover, when the contact layer which has a band gap smaller than the luminous energy which emits light from a barrier layer is used, the optical absorption of the contact layer formed in a ridge side face can be reduced,

and improvement in a laser property or dependability can be realized. In this case, since to not necessarily form a protective coat in the side face of the compound semiconductor layer of a ridge mold like the conventional ridge waveguide mold laser and what is necessary is just in contact with the pars basilaris ossis occipitalis of the side face of said ridge configuration section in the protective coat in this invention, also in the simplification of a process, and cost reduction, it is effective.

[0030] With the desirable operation aspect of this invention, the refractive index of the 1st cladding layer of the 2nd conductivity type is larger than the refractive index of the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type. As for the lower limit of the refractive-index difference of this 1st cladding layer of the 2nd conductivity type, and the 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type, 0.005 or more are desirable, 0.01 or more are more desirable, and 0.02 or more are the most desirable. Moreover, as for the upper limit, 0.15 or less are desirable, 0.1 or less are more desirable, and 0.08 or less are the most desirable. Thereby, skirt length of the optical distribution (near-field pattern) to a ridge part can be controlled, and improvement in the laser property by side peak control of a level angle of divergence (far field pattern) or optical absorption control in a KONTOKUTO

layer or dependability can be attained on the object disposition of a vertical angle of divergence (far field pattern).

[0031] another desirable operation aspect of this invention -- the 1st cladding layer top of the 2nd conductivity type -- at least -- directly under [protective coat opening], i.e., a stripe field, -- and it has an antioxidizing layer also on the both sides preferably. When this forms the cladding layer of the ridge section with re-growth, it becomes possible to prevent generating of a high resistive layer which increases passage resistance by the re-growth interface. Moreover, if impurities, such as oxygen, exist in a re-growth interface so much, acceleration of the impurity diffusion through the optical absorption (generation of heat) and the defect in an interface by crystal debasement etc. will be caused, and degradation of a property or dependability will be caused. If an antioxidizing layer is prepared, crystal debasement in these interfaces can be lessened.

[0032] it is possible to combine with an embodiment which are enumerated below in addition to the above -- etc. -- this invention is applicable to various ridge waveguide mold semi-conductor luminescence equipments.

(1) The stress to the ridge section at the time of raising the yield at the time of cleavage and assembly, and assembling the both sides of a stripe field by

junction down by [of a wrap protective coat] forming [dielectric / a semi-conductor,] the current block layer of a semi-conductor outside preferably further, can be mitigated, and suppose that it is long lasting.

(2) when a front face adopt the substrate which have an off-angle type to field bearing of a low degree , even if the re-growth ridge section serve as a configuration of right and left asymmetry , the symmetric property of the longitudinal direction of optical density distribution (or beam profile) enable it to become good , and the oscillation of it can be enable at the basic transverse mode stable to high power , and it can raise the component yield and dependability .

(3) Perform easily control of the thickness of a stripe part, or a presentation and carrier concentration by forming the structure of having the ridge dummy area of a wrap protective coat where a current block layer is formed further outside for the both sides of a stripe field.

[0033]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention to a detail further, this invention is not limited by the following example unless the summary is exceeded.

(Example) This example is shown in drawing 1 . On the n mold GaAs ($n=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) substrate 21 with a thickness of 350 micrometers whose front face is a field (100) By the MOCVD method By Si dope Alx Ga $1-x$ As ($x=0.55;n=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$), by the n type 1st cladding layer 11 with a thickness of 1.5 micrometers, and non dope AlX Ga $1-X$ As ($x=0.14$) The barrier layer 12 with a thickness of 0.06 micrometers and the Zn dope AlX The laminating of Zn dope AlX Ga $1-X$ As ($x=0.2;p=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) with a p type cladding layer [1st cladding layer 13] of with a thickness of 0.25 micrometers, and a thickness of 10nm was carried out one by one by Ga $1-X$ As ($x=0.55;p=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$). Next, it is SiNX as a protective coat. 200nm of film 31 is made to deposit, and it is this SiNX by the photolithography method. It is [protective coat] SiNX to the shape of a stripe with a width of face of 22 micrometers in the direction of [01-1] B. It left the film. With the direction of [01-1] B, [11-1] which exists between a field (100) and [01-1] side is defined as As side appearing in a front face here. Moreover, repeat width of face L of this ridge part was made into every 250 micrometers. ($D/L=0.088$) . Besides, selective growth of the Si dope GaAs($n=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) 16 with a thickness of 0.5 micrometers was carried out by the MOCVD method. Next, it is stripe-like SiNX by the photolithography method. It is an open beam about the

aperture of the shape of a stripe with a width of face of 2.2 micrometers to the direction of [01-1] B in a membranous core. When selective growth was performed by the MOCVD method and complete growth of a up to [an ordinary substrate] was besides performed in the shape of a ridge stripe, p mold contact layer 14 which is set to 0.5 micrometers in p type 2nd cladding layer 13a and Zn dope GaAs **** of carrier concentration $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ which become 1.25 micrometers in thickness by Zn dope Al_xGa_{1-x}As ($x=0.57$; $p=1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) was formed. As a result of measuring the thickness of the cladding layer which grew up to be a ridge part, or a contact layer by cross-section observation, the thickness was in agreement in the range of the case where it grows up to be an ordinary substrate completely, and an error. Then, the electrode by the side of p was vapor-deposited, and after making a substrate thin to 100 micrometers, the electrode by the side of n was vapor-deposited. The sectional view of the semi-conductor luminescence equipment of this example was shown in drawing 10 . In this way, when the chip was cut down by cleavage from the created wafer, there was no breakage by cleavage and there was also no electrode peeling by assembly. Luminescence was observed only in the place and ridge part which checked the near-field pattern, and it was checked that a current constriction is

carried out only to the RIBBU part by current block. Moreover, when assembly was performed by j-down like drawing 9 (a), the very good current-voltage characteristic was shown as shown in drawing 6 , and it checked that there was no current leak by the non-ridge part, and checked that the product yield was also good and there was.

[0034] (Example of a comparison) Laser was created at the same process as an example. Under the present circumstances, it is SiNX on p mold contact layer 14, without carrying out selective growth of the semi-conductor layer 16 as a current block layer. 200nm of insulator layers XY is made to deposit, and it is this SiNX by the photolithography method. It is [insulator layer] an open beam about a stripe-like aperture to width of face of 10 micrometers on a ridge stripe in the direction of [0-1-1] A. It was completely made the same as an example except this. The sectional view of the semi-conductor luminescence equipment of this example of a comparison was shown in drawing 11 . As a result of performing cleavage and assembly, it is SiNX to p- side front face. They are an electrode and SiNX in that cleavability worsens since the film and an electrode are formed ****. Problems, like the film separates arose. Much laser with which signs that the whole barrier layer is emitting light by the current leak by the place and ridge

dummy area which checked the near-field pattern are checked, and the constriction of the current is not fully carried out by the SiNx insulator layer was accepted. Moreover, many things which cannot take the current-voltage characteristic occurred, since the thickness of the part which grew up to be a ridge stripe and its both sides was the same, sufficient laser property was not acquired that it is easy to cause degradation in the stress from solder material etc., and the yield fell as current leakage was produced and it was shown in drawing 7 , when it assembled by j-down like drawing 9 (b).

[0035]

[Effect of the Invention] According to this invention, when the yield by cleavage and assembly improved and the current block layer existed in the outside of a ridge stripe, and it assembles by j-down since it is thicker than a ridge stripe part since the insulating layer aiming at the current constriction of ridge stripe mold waveguide structure semi-conductor luminescence equipment was not used, the stress to a ridge stripe part is mitigated, and high power and a longevity life can be attained.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] a is a sectional view in the phase which growth of the double hetero structure of the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. b is a sectional view in the phase which current block **** growth of the semi-conductor

luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. c is a sectional view in the phase which ridge re-growth of the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. d is the sectional view of what the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth completed.

[Drawing 2] a is a sectional view in the phase which growth of the double hetero structure of the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. b is a sectional view in the phase which formation of the current block layer of the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. c is a sectional view in the phase which ridge re-growth of the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth finished. d is the sectional view of what the semi-conductor luminescence equipment of this invention example which creates the ridge section with re-growth completed.

[Drawing 3] The sectional view of what the semi-conductor luminescence equipment of one certain example completed among this inventions which

create the ridge section with re-growth.

[Drawing 4] a is a sectional view in the phase which DH growth of the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section by etching finished. b is a sectional view in the phase which ridge etching of the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section by etching finished. c is the sectional view of what the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section by etching completed.

[Drawing 5] a is a sectional view in the phase which DH growth of the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section with re-growth finished. b is a sectional view in the phase which ridge re-growth of the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section with re-growth finished. c is the sectional view of what the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section with re-growth completed.

[Drawing 6] The current-voltage characteristic of the semi-conductor luminescence equipment which produced the ridge section in the example of this invention created with re-growth.

[Drawing 7] The current-voltage characteristic which produced the conventional semi-conductor luminescence equipment which creates the ridge section with re-growth as an example of a comparison.

[Drawing 8] Drawing in which being drawing which looked at the semi-conductor luminescence equipment of this invention from the epitaxial layer side, and having shown the protective coat and the ridge dummy area.

[Drawing 9] (a) Drawing having shown signs that the semi-conductor luminescence equipment of this invention was constructed and built in the junction down mold, drawing having shown signs that the example of a comparison of the semi-conductor luminescence equipment of (b) this invention was constructed and built in the junction down mold.

[Drawing 10] what the most desirable semi-conductor luminescence equipment of this invention completed -- it is -- an example -- from ***** -- a conductor -- the sectional view of luminescence equipment.

[Drawing 11] The sectional view of what the semi-conductor luminescence equipment used for the example of a comparison completed.

[Description of Notations]

11 1st Cladding Layer of 1st Conductivity Type

12 Barrier Layer

13 1st Cladding Layer of 2nd Conductivity Type

13a The 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type

13b The 2nd cladding layer of the 2nd conductivity type made in the ridge dummy area

14 2nd Conductivity-Type Contact Layer

14a The 2nd conductivity-type contact layer made into the ridge part

14b The 2nd conductivity-type contact layer made in the ridge dummy area

15 Antioxidizing Layer

16 Current Block Layer

21 Substrate

31 Protective Coat

31a Insulating layer

32 Epitaxial Layer Lateral Electrode

33 Substrate Lateral Electrode

34 Solder Material

35 Heat Sink

36 Bonding Wire

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-164986

(P2000-164986A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/227

識別記号

F I

H 0 1 S 5/227

テマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-270864

(22) 出願日 平成11年9月24日 (1999.9.24)

(31) 優先権主張番号 特願平10-271634

(32) 優先日 平成10年9月25日 (1998.9.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 橋本 真紀子

茨城県牛久市東猫穴町1000番地 三菱化学
株式会社筑波事業所内

(72) 発明者 下山 謙司

茨城県牛久市東猫穴町1000番地 三菱化学
株式会社筑波事業所内

(74) 代理人 100103997

弁理士 長谷川 暁司

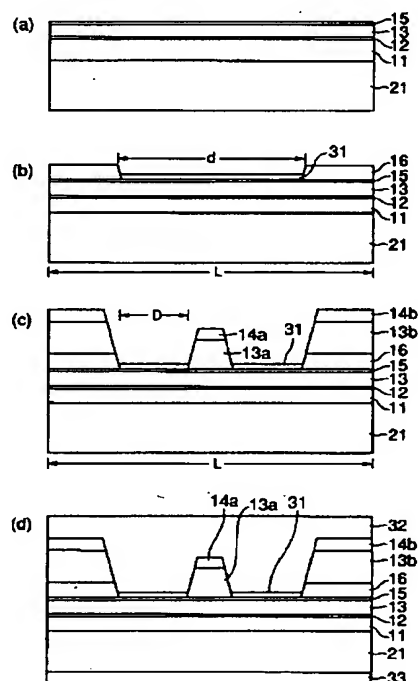
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 リッジストライプ型導波路構造半導体発光装置の劈開、組立による歩留まりを向上させ、j - d o w n で組み立てた場合にリッジストライプ部分へのストレスを軽減し、高出力、長寿命を達成する。

【解決手段】 基板上に、活性層を含む化合物半導体層、電流が注入される開口部に形成されたリッジ型の化合物半導体層、該開口部の両側を覆う保護膜及び該保護膜の更に外側に形成された電流ブロック層を有することを特徴とする半導体発光装置及びその製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、活性層を含む化合物半導体層、開口部に形成されたリッジ型の化合物半導体層及び該開口部領域の両側を覆う保護膜を有する半導体発光装置において該保護膜の外側に電流ブロック層が形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 前記の活性層を含む化合物半導体層が、活性層の上下にそれぞれ活性層より屈折率の小さい層を含むことを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】 前記の活性層の上下の活性層より屈折率の小さい層のうち、基板側の層が第1導電型クラッド層であり、他方の層が第2導電型第1クラッド層であることを特徴とする請求項2記載の半導体発光装置。

【請求項4】 前記のリッジ型の化合物半導体層が、活性層より屈折率の小さい層を含むことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の半導体発光装置。

【請求項5】 前記の活性層より屈折率の小さい層が、第2導電型第2クラッド層であることを特徴とする請求項4記載の半導体発光装置。

【請求項6】 前記電流ブロック層が、半導体層であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の半導体発光装置。

【請求項7】 前記電流ブロック層が、第1導電型の半導体層または高抵抗の半導体層であることを特徴とする請求項6記載の半導体発光装置。

【請求項8】 基板上に活性層を含む化合物半導体層及び少なくとも開口部を覆う保護膜をこの順に形成する工程、該保護膜の両側に電流ブロック層を選択成長する工程、該保護膜に開口部を形成する工程、該開口部にリッジ型の化合物半導体層を選択成長する工程を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項9】 基板上に、活性層を含む化合物半導体層及び電流ブロック層をこの順に積層する工程、該電流ブロック層の一部を除去する工程、その除去された部分に開口部を有する該保護膜を形成する工程、該開口部にリッジ型の化合物半導体層を選択成長する工程を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体発光装置及びその製造方法に係わり、特に半導体レーザとして好適な、リッジ型ストライプ構造を有する半導体発光装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来型のリッジ導波路型ストライプ構造半導体レーザの構造及びその作成方法を図4に示す。図4(a)に示す様に、基板21上に第1導電型第1クラッド層11、活性層12及び第2導電型第2クラッド層13及び第2導電型コンタクト層14を成長した後、図4(b)の様にエッチングにより第2導電型コンタクト

層14及び第2導電型第2クラッド層13をエッチングすることによってリッジ部を形成する。この際、リッジ以外の部分は活性層12の上部にある第2導電型第2クラッド層13の途中までエッチングし、その後、このリッジ部側面およびリッジ以外の部分の表面を絶縁層31を用いて電流が流れないようにし、その上にリッジ上部を含めて電極32を形成する事により作成する(図4(c))。

【0003】このような構造にすることで、電流はリッジ部を通じて活性層12に注入され、リッジ部の下の活性層12で活性層12の組成に対応した光が発生する。一方、半導体部分に比べて屈折率の小さい絶縁層31を形成しているため、リッジ以外の部分の活性層の実効屈折率はリッジ部の実効屈折率より小さくなる。その結果、発生した光はリッジ下部の光導波路に閉じこめられることになる。

【0004】このリッジ導波路型ストライプ構造半導体発光装置はリッジ部分をエッチングにて形成しているため、活性層上のリッジ以外の部分のエッチングされたクラッド層部分の厚みを一定にすることが困難であった。その結果、このリッジ以外の部分のクラッド層の厚みのわずかな違いにより、この部分の活性層の実効屈折率が大きく変動する。また電流注入の幅を決定するリッジ底部の幅も変動し、そのために、低しきい値で光広がり角を一定にしたレーザを再現性良く作成することは困難であった。

【0005】このような問題を解決するために、活性層上部のクラッド層の厚みを結晶成長時の結晶成長速度を用いて決定し、リッジ部分以外に保護膜を作成して、リッジ部分を再成長する方法が提案されている(特開平5-121822号公報、特開平9-199791号公報等)。このようなレーザの構造とその作成方法を図5に示す。まず、基板21上に、第1導電型第1クラッド層11、活性層12及び第2導電型第1クラッド層13を成長した(図5(a))後、該第2導電型第1クラッド層13表面をSiO₂等の保護膜31で被覆し、フォトリソグラフィ法でストライプ状の窓を開け、該ストライプ領域にのみ第2導電型第2クラッド層13aと第2導電型コンタクト層14を選択成長する(図5(b))。次いで、リッジ以外の部分を覆う保護膜31、リッジを形成する第2導電型第2クラッド層13aの側面及び第2導電型コンタクト層14の表面全体をSiN_x等の絶縁層31aで被覆し、再度リッジ頂部のSiN_x、絶縁層をフォトリソグラフィ法で除去した後、表面全体に電極32を形成する(図5(c))。

【0006】このように絶縁層で、リッジ以外の部分に電流が流れないようにすると表面は絶縁層で覆われてしまい劈開がしずらく、また電極剥がれなどの問題があった。また、絶縁層にピンホール等が存在した場合に、リッジ以外の部分に、電流が流れてしまいリッジ部分で十

分に電流を狭窄できないという問題もあった。さらに図9(b)のように、基板側を上エピタキシャル層側を下にするj-down(ジャンクションダウン)で組み立てた際には、半田材が電極と保護膜の厚み分回り込むだけでその下の化合物半導体層に達してしまい電流漏れを生じやすく、リッジ部分が他の部分に比べて、とびだしているためストレスによる劣化を招きやすい等の問題があり好ましい状態ではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように従来型のリッジストライプ型導波路構造半導体発光装置は、再成長を用いて作成する場合でも、絶縁層等でリッジ以外の部分に電流が流れないようにしたLDでは、劈開、組立がしづらくまた、保護膜等で十分に電流が狭窄されずに歩留まりが低下する場合があった。またj-downに組み立てた場合には、リッジ以外の部分への電流漏れやストレスによる劣化を招き、十分なLD特性が得られない場合があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、リッジの外側にある保護膜のさらに外側に、電流ブロック層となる半導体層を形成した構造を有する半導体発光装置とすることで、保護膜の存在を最小限にし、劈開、組立等の歩留まりを向上することを見だし、また、j-downで組み立てた場合に十分なLD特性が得られることを見だし、本発明に到達した。

【0009】即ち、本発明の要旨は、図1にその構造及び製法の一例を示したようなリッジストライプ型導波路構造を持つ半導体発光装置及びその製造方法である。具体的には、基板上に、活性層を含む化合物半導体層、電流が注入される開口部上に形成されたリッジ型の化合物半導体層、該開口部の両側を覆う保護膜を有する半導体発光装置において該保護膜の外側に形成された電流ブロック層を有することを特徴とする半導体発光装置、基板上に活性層を含む化合物半導体層及び開口部を有する保護膜をこの順に形成する工程、該保護膜の両側に電流ブロック層を選択成長する工程、該保護膜の開口部に対応する部分を除去する工程、開口部にリッジ型の化合物半導体層を選択成長する工程を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法、並びに基板上に、活性層を含む化合物半導体層及び電流ブロック層をこの順に積層する工程、該電流ブロック層の一部を除去する工程、その除去された部分に該開口部を有する保護膜を形成する工程、開口部にリッジ型の化合物半導体層を選択成長する工程を含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明の構造は再成長によって作成されるものである。

すなわち、図1にあるように、最初に基板上に形成される、活性層を含む化合物半導体層は、通常、活性層の上下に活性層より屈折率の小さい層を含んでおり、そのうち基板側の層は第1導電型クラッド層、他方のエピタキシャル側の層は第2導電型第1クラッド層として機能する。このほか光ガイド層として機能する層を含んでいてもよい。通常は、2層のクラッド層で活性層を挟んでなるダブルヘテロ(DH)構造であり、基板21上に第1導電型クラッド層11、活性層12、第2導電型クラッド層13を順次積層する。このとき、第2導電型クラッド層13の上にさらに表面酸化を防止する機能をもつ酸化防止層を含んでいてもよく、例えば直接酸化防止層15を積層することができ、これは好ましいものである

(図1(a))。次に絶縁層である保護膜31を堆積させ、フォトリソグラフィ法によりこの保護膜の外側部分にリッジダミー領域の保護膜を除去する。リッジダミー領域とは、図8に示すようにエピタキシャル層側から見て、保護膜の外側部分を基板からエピタキシャル層を含んで、リッジダミー領域と称することとする。それには保護膜31に乗りかかるように成長したエピタキシャル層も含むこととする。リッジダミー領域に電流ブロック層16を形成する(図(b))。さらにフォトリソグラフィ法により保護膜の中心部分にリッジ形成用の開口部を開ける。開口部の形状としては、ストライプに限定されず、例えばその一部が広がっていたり、狭くなっているてもよい。この上にリッジ型の化合物半導体層、即ち、通常は活性層よりも屈折率の低い化合物半導体層である第2導電型第2クラッド層と抵抗低減のためのコンタクト層を形成する。このほかに光ガイド層として機能する層を含んでいてもよい。そうする事により、リッジ部分に第2導電型クラッド層13aとコンタクト層14が、リッジダミー領域にはこれと対応するようなそれぞれの層13bと14bが堆積する。

【0011】また、図2にあるように最初に基板21上に第1導電型クラッド層11、活性層12、第2導電型クラッド層13、必要により酸化防止層15、電流ブロック層になる16を形成する(図(a))。次にフォトリソグラフィ法とエッチング技術を用いて、リッジ部と保護膜を形成する部分を除去する(図(b))、次いで絶縁体である保護膜31を堆積させ、フォトリソグラフィ法によりリッジダミー領域とリッジ部分に開口部を開ける。この上に第2導電型クラッド層とコンタクト層を形成する。そうする事により、リッジ部分に第2導電型クラッド層13aとコンタクト層14が、リッジダミー領域にはこれと対応するようなそれぞれの層13bと14bが堆積する(図(c))。尚、図1(d)及び図2(d)において、32及び33は電極であり、公知の方法で堆積させて形成される。

【0012】このダブルヘテロ構造の作成や再成長にはMOCVDやMBEなどの公知の成長方法を用いればよ

い。また、基板についても導電性があるものであれば使用できるが、望ましくはその上に結晶薄膜を成長するため、GaAs、InP、Si、ZnSeといった半導体単結晶基板、特に閃亜鉛鉱型構造を有する半導体結晶基板を用いるのが良く、その場合基板の結晶成長面は(100)面またはそれと結晶学的に等価な面が好ましい。なお、本明細書において(100)面という場合、必ずしも厳密に(100)の面である必要はなく、最大15°程度のオフアングルを有する場合までを包含することとする。

【0013】また、基板は六方晶型の基板でもよく、その場合は Al_2O_3 、6H-SiC等の上にも形成されるものである。

【0014】クラッド層や活性層、電流ブロック層、必要に応じて接触抵抗低減のために第2導電型第2クラッド層上に形成される第2導電型コンタクト層についても限定はしないが、AlGaAs、AlGaInP、GaInPAs、AlGaInN、BeMgZnSSe、CdZnSeTe等の一般的なIII-V族、II-VI族半導体を用いてDH構造を作成すればよい。また、このとき、電流ブロック層は、リッジ部分に電流を集中させ、リッジ部分でのみレーザ発振を起こせるような材料であればよいが、厚みに関しては厚すぎると、例えばリッジストライプ幅の制御性が悪くなり、薄いとj-downに組立てた場合にリッジストライプ部分へのストレスを回避する効果が薄れる。そのため電流ブロック層の厚みの下限値は、100nm以上が好ましく、300nm以上がより好ましく、500nm以上が最も好ましい。またその上限値は、2000nm以下が好ましく、1500nm以下がより好ましく、1000nm以下が最も好ましい。電流ブロック層は、絶縁層でもよいが、半導体層であることが好ましい。この場合、導電型としては第1導電型であるかまたは高抵抗であり、キャリア濃度の下限値は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上が好ましく、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上がより好ましく、 $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上が最も好ましい。またその上限値は、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下が好ましく、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下がより好ましく、 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下が最も好ましい。また、保護膜と電流ブロック層の境界部分での電流の漏れを防ぐためには、電流ブロック層は保護膜上にのりかかる様に形成されることがより好ましい。

【0015】電流ブロック層を成長する際の保護膜の幅d(図1(b))とこの保護膜の繰返し幅L(図1(b))については、特に限定しないが、この保護膜の幅dとこの保護膜の繰返し幅Lの比d/Lが、0.02以上0.5以下である場合にはリッジのあつみや、キャリア濃度の制御が容易となるので好ましい。又、この保護膜に、リッジ形成用の開口部を開ける必要があることから、保護膜の幅dが、開口部の幅Wに近いと、精度良く開口部を空けることが難かしく、保護膜にリッジ

部分やリッジダミー領域が乗りかかるような選択成長をすることが不可能となる。この時、リッジ再成長用の保護膜の幅D(図1(c))は $d = 2D + W$ となる。保護膜Dの幅についても特に限定しないが、上記の理由により、下限は好ましくは $5 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $7 \mu\text{m}$ 以上、最も好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以上であり上限については、d/Lの比を満たしていれば好ましい。

【0016】また、このとき、クラッド層は、活性層より屈折率が小さい材料が選択される。コンタクト層としては、通常、バンドギャップがクラッド層のそれよりも小さい材料が選択され、金属電極とのオーミック性を取るための低抵抗で、適当なキャリア密度、キャリア濃度の下限値は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上が好ましく、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上がより好ましい。またその上限値は、 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下が好ましく、 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下がより好ましい。

【0017】第2導電型第2クラッド層と同一材料でも、よりキャリア濃度の高い層をコンタクト層として用いてもよいし、或いは第2導電型第2クラッド層の表面側の一部にキャリア濃度の高い部分を作り、キャリア濃度の高い部分をコンタクト層として用いてもよい。また、活性層は、単一の層からなる場合に限定されず、量子井戸層および該量子井戸層を上下から挟む光ガイド層からなる単一量子井戸構造(SQW)や、複数の量子井戸層およびそれらに挟まれたバリア層ならびに最上の量子井戸層の上および最下の量子井戸層の下に積層された光ガイド層からなる多量子井戸構造(MQW)をも包含することとする。さらに、リッジ部分のクラッド層の屈折率を活性層の上にあるクラッド層の屈折率よりも低い構造としてレーザ作製時の組成のバラツキが原因となる光の拡がり角のバラツキを小さくすることができる。

【0018】保護膜についても特に限定しないが、保護膜の開口部上に形成されたリッジ部の下の活性層の領域にのみ電流注入を行えるように、開口部両脇の保護膜で電流狭窄を行うために絶縁性を有する必要があるが、また、活性層に水平方向にリッジ部、保護膜の間で実効屈折率差をつけ、レーザ発振の横モードの安定化を図るために、保護膜の屈折率はクラッド層の屈折率よりも小さいことが好ましい。しかし、実用上は、屈折率差が大きすぎると活性層内での横方向の有効屈折率段差が大きくなり易いために、リッジ下の第1クラッド層を厚くしなければならなくなる。一方、屈折率差が小さすぎる場合、保護膜の外側へ光が漏れやすくなるために保護膜をある程度厚くする必要があるが、このことにより劈開性が悪くなるという問題が生じる。これらのことを考え併せて、保護膜とクラッド層との屈折率差の下限値は0.1以上が好ましく、0.2以上がより好ましく、0.7以上が最も好ましい。またその上限値は2.5以下が好ましく、2.0以下がより好ましく、1.8以下が最も好ましい。

【0019】また、保護膜の厚みは、絶縁特性を十分に示すことができ、かつ保護膜の外側に光が漏れない程度の厚さがあれば、特に問題はない。保護膜の厚みの下限値は、10nm以上が好ましく、50nm以上がより好ましく、100nm以上が最も好ましい。またその上限値は、50nm以下が好ましく、300nm以下がより好ましく、200nm以下が最も好ましい。また、保護膜の幅Dとリッジ部分の繰り返し幅Lについては特に限定しないが、この保護膜の幅Dとリッジ部分の繰り返し幅Lとの比D/Lが0.001以上0.25以下である場合には、リッジ部分の厚みやキャリア濃度の制御が容易となるので好ましい。ここで保護膜の幅Dやリッジ部分の繰り返し幅Lは、それぞれの繰り返し単位中での幅が同一ならその同一の幅を、各繰り返し単位中での幅にばらつきがあれば、それぞれの幅の平均値を用いればよい。

【0020】保護膜は、絶縁層として作用するが誘電体であることが好ましく、具体的には、SiNx膜、SiO₂膜、SiON膜、Al₂O₃膜、ZnO膜、SiC膜及びアモルファスSiからなる群から選択される。保護膜は、マスクとしてMOCVDなどを用いてリッジ部を選択再成長により形成する場合に用いられるとともに、電流狭窄の目的でも用いられる。プロセスの簡便さから、電流狭窄用の保護膜と選択成長用の保護膜は同一組成のものを使用することが好ましいが、組成が異っていてもよく、また必要に応じて組成の異なる層を多層に成膜してもよい。

【0021】閃亜鉛鋅型基板を用い、かつ基板表面が(100)面又はそれと結晶学的に等価な面の場合、リッジ部側面に後述するコンタクト層が成長しやすくするためには、保護膜の開口部として好ましく用いられるストライプ領域長手方向が[01-1]方向又はそれと結晶学的に等価な方向に伸びていることが好ましい。その場合リッジ側面の大部分が(311)A面となることが多く、リッジを形成する第2導電型第2クラッド層上の成長可能な実質的全面にコンタクト層を成長させることができる。同様の理由により、ウルツァイト型の基板を用いた場合には、ストライプ領域の伸びる方向は、例えば(0001)面上では[11-20]又は[1-100]が好ましい。HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)ではどちらの方向でもよいが、MOVPEでは[11-20]方向がより好ましい。

【0022】この傾向は、例えばAl、Ga及びAsを構成元素として含む化合物半導体、より具体的にはAlGaAs系化合物半導体をクラッド層として用いた場合、第2導電型第2クラッド層がAlGaAs特にAlAs混晶比の下限値は0.2以上が好ましく、0.3以上がより好ましく、0.4以上が最も好ましい。またその上限値は、1.0以下が好ましく、0.9以下がより好ましく、0.8以下が最も好ましい。なお、本明細書において「[01-1]方向」という場合は、一般的なIII-V

族、II-VI族半導体において、(100)面と[01-1]面との間に存在する[11-1]面が、それぞれV族又はVI族元素が現れる面であるように[01-1]方向を定義する。また、必ずしも[01-1]ジャストの方向である必要はなく、[01-1]方向から±10°程度方向がずれた方向までを包含するものとする。

【0023】本発明の実施態様は上記の開口部がストライプ形状である場合のストライプ領域が[01-1]方向の場合に限定されない。以下に他の実施態様を説明する。ストライプ領域が[011]方向又はそれと結晶学的に等価な方向に伸びている場合、例えば、成長条件により、成長速度に異方性をもたせることができ、(100)面では速く、(111)B面ではほとんど成長しないようにすることができる。その場合、ストライプ状の窓部(100)面に選択的に成長を行うと、(111)B面を側面とするリッジ状第2導電型第2クラッド層が形成される。この場合も次にコンタクト層を形成する際、より等方性の強い成長が起こる条件を選ぶことにより、(100)面のリッジ頂部とともに(111)B面からなるリッジ側面にも全面的にコンタクト層が形成される。MOCVD法を用いてIII-V族化合物半導体層を成長する場合、ダブルヘテロ構造は、成長温度700°C前後、V/III比25~45程度、リッジ部分は成長温度630~700°C、V/III比45~55程度で行うのが好ましい。特に保護膜を用いて選択成長するリッジ部分がAlGaAs等のAlを含むIII-V族化合物半導体である場合、成長中に微量のHClガスを導入することにより、保護膜上へのポリの堆積が防止され、非常に好ましい。その場合、HClガスの導入量が多すぎるとAlGaAs層の成長が起こらず、逆に半導体層がエッチングされてしまう(エッチングモード)が、最適なHCl導入量はトリメチルアルミニウム等のAlを含んだIII族原料供給モル数に大きく依存する。具体的には、HClの供給モル数とAlを含んだIII族原料供給モル数の比(HCl/III族)の下限値は、0.01以上が好ましく、0.05以上がより好ましく、0.1以上が最も好ましい。またその上限値は、50以下が好ましく、10以下がより好ましく、5以下が最も好ましい。

【0024】本発明の構造に加えて、ダブルヘテロ構造表面の再成長表面を酸化しづらいうしくは酸化しても容易に酸化膜を除去できるような酸化防止層を形成することも可能である。また、リッジ部分のクラッド層の屈折率を活性層の上にあるクラッド層の屈折率よりも低くなる構造として、レーザ作成時の組成のばらつきにより光の拡がり角のばらつきを小さくすることもできる。さらには、上記MOCVD法等公知の手法を使用して再成長部のクラッド層を保護膜の上面にかかるように成長し、保護膜とリッジ部の近傍にしみ出す光の分布の制御性を良くしたり、再成長部のコンタクト層を保護膜の上面にかかるように成長し、クラッド層側面の酸化防止やエビ

タキシャル面側の電極との接触面積の増加を行うこともできる。これら再成長部のクラッド層やコンタクト層を保護膜上部にかかるように成長することはそれぞれ単独に行っても良いし、両方を組み合わせても良い。このように、本発明は様々なリッジストライプ型導波路構造半導体発光装置に応用が可能である。またこの構造は、端面発光型のLEDとしても応用可能である。

【0025】本発明においては、絶縁膜である保護膜の外側に電流ブロック層を形成することで絶縁膜を使用する面積を最小限にしたことを特徴とし、これにより、劈開の際に共振器に平行な方向には保護膜が存在せず、また、垂直方向には最小限の保護膜しか存在しないため劈開が容易となる。また、電流ブロック層の存在によりリッジダミー領域がリッジストライプ部分より厚くすることができ、図9(a)に示すようにj-downで組み立てた場合に中央のリッジに大きなストレスがはいらず、劣化を防ぐという利点がある。また電流ブロック層の存在により、リッジダミー領域がサイリスタ構造となるためj-down構造で組み立てた場合の半田材のまわりこみによる電流もれを防ぐという利点がある。

【0026】本発明を適用した最も望ましい形態としては、図3に示すようにDH表面に酸化防止層15を設け、再成長したクラッド層13aとコンタクト層14aは保護膜31上部までかかるように成長させ、さらにリッジ部クラッド層13aの屈折率を活性層の上にあるクラッド層13の屈折率よりも低くなる構造にし、電流ブロック層16も同様に保護膜31の上部にかかる構造にしたものである。

【0027】また、リッジ型の化合物半導体層は、通常、大部分が第2導電型第2クラッド層であるが、その側面及び上面等の実質的全面に、リッジ型化合物半導体層の他の部分より低抵抗のコンタクト層が形成されていることが好ましい。この様に、コンタクト層を介して、隣接する電極及び第2導電型第2クラッド層との間に十分な接触面積を持たせることにより、装置全体の抵抗を低く抑えることができる。

【0028】なお、コンタクト層が形成されたリッジの側面及び上面の一部を更に酸化防止等の目的の層で覆うことも可能である。その場合も、リッジ側面にコンタクト層を形成せずに電極を形成するよりは装置全体の抵抗を小さく抑えることができ、その限りにおいて、本発明に包含されるものである。特に、AlGaInP系やAlGaInN系など比抵抗の高い材料（とりわけp型において）において、装置全体の抵抗低減には有効である。

【0029】前述のMOCVD法等の公知の手法を使用して再成長した第2導電型第2クラッド層であるリッジ型の化合物半導体層の一部が、保護膜上にのりかかるように形成されている構造が好ましい。第2導電型、第2クラッド層の保護膜上への重なる部分の下限値は、

0.01 μm 以上が好ましく、0.1 μm 以上がより好

ましい。またその上限値は、2.0 μm 未満が好ましく、1.0 μm 以下がより好ましい。上記の様に形成されることによりコンタクト層と電極との接触面積を増大させることができ、コンタクト層と電極との接触抵抗が下がるとともに、保護膜とリッジ底部との境界近傍にしみ出す光分布の制御性を向上させることができる。また、活性層から発光する光のエネルギーより小さいバンドギャップを有するコンタクト層を使用した場合には、リッジ側面に形成されるコンタクト層の光吸収を低減することができる。この場合、従来のリッジ導波型レーザのように必ずしもリッジ型の化合物半導体層の側面に保護膜を形成されていなくてもよく、本発明においては、前記リッジ形状部の側面の底部に保護膜が接してあればよいのでプロセスの簡素化、コスト低減においても有効である。

【0030】本発明の望ましい実施形態では、第2導電型第1クラッド層の屈折率が第2導電型第2クラッド層の屈折率よりも大きい。この第2導電型第1クラッド層と第2導電型第2クラッド層の屈折率差の下限値は、0.005以上が好ましく、0.01以上がより好ましく、0.02以上が最も好ましい。またその上限値は、0.15以下が好ましく、0.1以下がより好ましく、0.08以下が最も好ましい。これにより、リッジ部分への光分布（近視野像）の裾引きを抑制することができ、垂直広がり角（遠視野像）の対象性向上、水平広がり角（遠視野像）のサイドピーク抑制、あるいはコンタクト層での光吸収抑制によるレーザ特性や信頼性の向上を達成できる。

【0031】本発明の望ましい別の実施形態では、第2導電型第1クラッド層上の少なくとも保護膜開口部直下、即ち、ストライプ領域及び好ましくはその両側にも酸化防止層を有する。これによりリッジ部のクラッド層を再成長により形成する場合、再成長界面で通過抵抗を増大させるような高抵抗層の発生を防ぐことが可能になる。また、再成長界面に酸素等の不純物が多量に存在すると、結晶品質低下による界面での光吸収（発熱）や欠陥を介した不純物拡散の促進などを引き起こし、特性や信頼性の劣化を招いてしまう。酸化防止層を設けると、これらの界面における結晶品質低下を少なくすることができる。

【0032】上記以外に、以下に列挙する様な実施態様と組み合わせることが可能である等、本発明は様々なリッジ導波型半導体発光装置に応用可能である。

(1) ストライプ領域の両側を覆う保護膜の更に外側に半導体、誘電体等好ましくは半導体の電流ブロック層を形成することにより、劈開、組立時の歩留まりを向上させ、ジャンクションダウンで組み立てた際のリッジ部へのストレスを軽減して長寿命とすることができる。

(2) 表面が低次の面方位に対してオフアングルを有する基板を採用することにより、再成長リッジ部が左右非

対称の形状となっても光密度分布（あるいはビームプロファイル）の横方向の対称性は良好となる様にし、高出力まで安定な基本横モードで発振可能とし、素子歩留まり及び信頼性を向上させることができる。

（3）ストライプ領域の両側を覆う保護膜の更に外側に電流ブロック層が形成されるリッジダミー領域を有する構造を形成することにより、ストライプ部分の厚みや組成、キャリア濃度の制御を容易に行う。

【0033】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明は、その要旨を越えない限り、下記実施例により限定されるものではない。

（実施例）この実施例は図1に示すものである。表面が（100）面である厚さ350 μ mのn型GaAs（ $n=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）基板21上に、MOCVD法によりSiドープAl $_x$ Ga $_{1-x}$ As（ $x=0.55$ ： $n=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）で厚さ1.5 μ mのn型第1クラッド層11、ノンドープAl $_x$ Ga $_{1-x}$ As（ $x=0.14$ ）で厚さ0.06 μ mの活性層12、ZnドープAl $_x$ Ga $_{1-x}$ As（ $x=0.55$ ： $p=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）で厚さ0.25 μ mのp型第1クラッド層13、厚さ10nmのZnドープAl $_x$ Ga $_{1-x}$ As（ $x=0.2$ ： $p=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）を順次積層した。次に保護膜としてSiNx膜31を200nm堆積させ、フォトリソグラフィ法によりこのSiNx保護膜に[01-1]B方向に幅22 μ mのストライプ状にSiNx膜を残した。ここで[01-1]B方向とは（100）面と[01-1]面の間に存在する[11-1]がAs面が表面に表れるように定義される。また、このリッジ部分の繰返し幅Lは250 μ mごととした。（D/L=0.088）。この上にMOCVD法により、厚さ0.5 μ mのSiドープGaAs（ $n=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）16を選択成長させた。次に、フォトリソグラフィ法により、ストライプ状のSiNx膜の中心に[01-1]B方向に幅2.2 μ mのストライプ状の窓を開けた。この上に、MOCVD法により選択成長を行い、リッジストライプ状に、ふつうの基板上への全面成長を行った場合に、ZnドープAl $_x$ Ga $_{1-x}$ As（ $x=0.57$ ： $p=1\times 10^{18}$ cm $^{-3}$ ）で厚さ1.25 μ mとなるようなp型第2クラッド層13aとキャリア濃度 1×10^{19} cm $^{-3}$ のZnドープGaAsで厚さ0.5 μ mとなるようなp型コンタクト層14を形成した。リッジ部分に成長したクラッド層やコンタクト層の厚みを断面観察により測定した結果、その厚みはふつうの基板上に全面成長した場合と誤差の範囲で一致した。この後、p側の電極を蒸着し、基板を100 μ mまで薄くした後にn側の電極を蒸着した。図10に本実施例の半導体発光装置の断面図を示した。こうして作成したウエハーより劈開でチップを切り出したところ、劈開による損傷がなく、組立による電極剥がれもなかった。近視野像を確認した

所、リッジ部分でのみ発光が観察され、電流ブロックにより、リッジ部分のみに電流狭窄されているのが確認された。また、図9（a）のようにj-downで組立を行ったところ、図6に示す通り非常に良好な電流-電圧特性を示し、非リッジ部分への電流もれがないことを確認し、製品歩留まりも良好であることを確認した。

【0034】（比較例）実施例と同様の工程でレーザを作成した。この際、電流ブロック層としての半導体層16の選択成長をせずにp型コンタクト層14の上にSiNx絶縁膜XYを200nm堆積させ、フォトリソグラフィ法によりこのSiNx絶縁膜に[0-1-1]A方向にリッジストライプ上に幅10 μ mにストライプ状の窓を開けた。これ以外は全く実施例と同じにした。図11に本比較例の半導体発光装置の断面図を示した。劈開、組立を行った結果、p側表面にSiNx膜、電極が形成されるために劈開性が悪くなったり、電極、SiNx膜が剥がれるなどの問題が起こった。近視野像を確認した所、リッジダミー領域での電流もれにより活性層全体が発光している様子が確認されSiNx絶縁膜により十分に電流が狭窄されないレーザが多数認められた。また、図9（b）のようにj-downで組み立てた場合は、電流漏れを生じ、図7に示す通り、電流-電圧特性のとれないものが多数発生し、リッジストライプとその両側に成長した部分の厚みが同じであるため半田材からのストレス等での劣化を招きやすく十分なレーザ特性が得られず、また、歩留まりが低下した。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、リッジストライプ型導波路構造半導体発光装置の電流狭窄を目的とした絶縁層を使用しないことから劈開、組立による歩留まりが向上し、リッジストライプの外側には電流ブロック層が存在し、リッジストライプ部分よりも厚いためj-downで組み立てた場合にリッジストライプ部分へのストレスを軽減し、高出力、長寿命が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】aはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置のダブルヘテロ構造の成長が終わった段階での断面図。bはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置の電流ブロック層再成長が終わった段階での断面図。cはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置のリッジ再成長が終わった段階での断面図。dはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置の完成したものの断面図。

【図2】aはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置のダブルヘテロ構造の成長が終わった段階での断面図。bはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置の電流ブロック層の形成が終わった段階での断面図。cはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置のリッジ

再成長が終わった段階での断面図。dはリッジ部を再成長により作成する本発明実施例の半導体発光装置の完成したものの断面図。

【図3】リッジ部を再成長により作成する本発明のうち、あるひとつの実施例の半導体発光装置の完成したものの断面図。

【図4】aはリッジ部をエッチングにより作成する従来の半導体発光装置のDH成長が終わった段階での断面図。bはリッジ部をエッチングにより作成する従来の半導体発光装置のリッジエッチングが終わった段階での断面図。cはリッジ部をエッチングにより作成する従来の半導体発光装置の完成したものの断面図。

【図5】aはリッジ部を再成長により作成する従来の半導体発光装置のDH成長が終わった段階での断面図。bはリッジ部を再成長により作成する従来の半導体発光装置のリッジ再成長が終わった段階での断面図。cはリッジ部を再成長により作成する従来の半導体発光装置の完成したものの断面図。

【図6】リッジ部を再成長により作成する本発明の実施例で作製した半導体発光装置の電流-電圧特性。

【図7】リッジ部を再成長により作成する従来の半導体発光装置を比較例として作製した電流-電圧特性。

【図8】本発明の半導体発光装置をエピタキシャル層側から見た図であり、保護膜、リッジダミー領域を示した図。

【図9】(a)本発明の半導体発光装置をジャンクションダウン型に組み立てた様子を示した図、(b)本発明の半導体発光装置の比較例をジャンクションダウン型に*

*組み立てた様子を示した図。

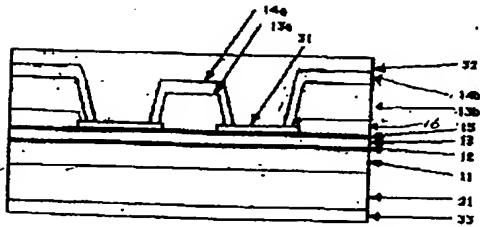
【図10】本発明の最も好ましい半導体発光装置の完成したもので、実施例に使用した半導体発光装置の断面図。

【図11】比較例に使用した半導体発光装置の完成したものの断面図。

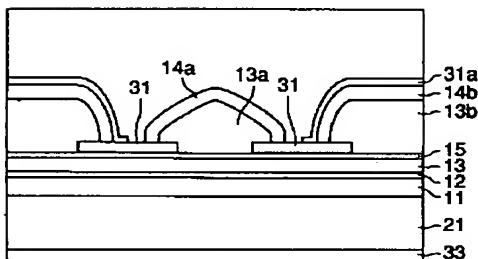
【符号の説明】

- 11 第1導電型第1クラッド層
- 12 活性層
- 13 第2導電型第1クラッド層
- 13a 第2導電型第2クラッド層
- 13b リッジダミー領域に出来た第2導電型第2クラッド層
- 14 第2導電型コンタクト層
- 14a リッジ部分に出来た第2導電型コンタクト層
- 14b リッジダミー領域に出来た第2導電型コンタクト層
- 15 酸化防止層
- 16 電流ブロック層
- 21 基板
- 31 保護膜
- 31a 絶縁層
- 32 エピタキシャル層側電極
- 33 基板側電極
- 34 はんだ材
- 35 ヒートシンク
- 36 ボンディングワイヤー

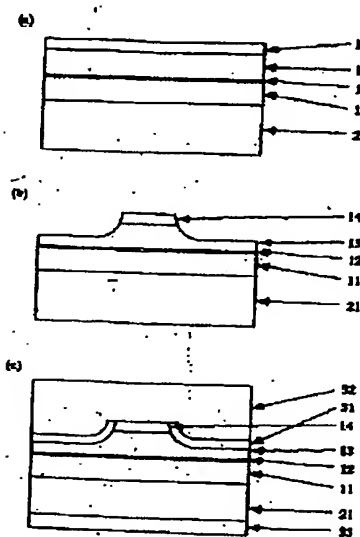
【図3】



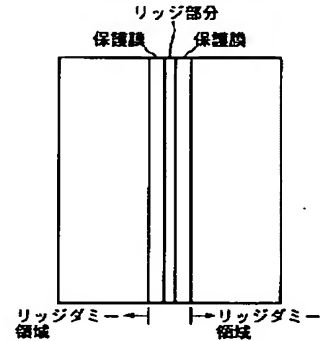
【図11】



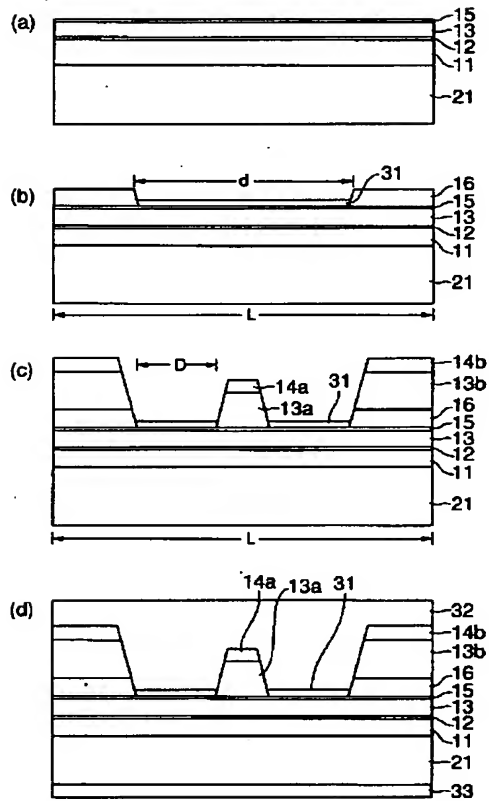
【図4】



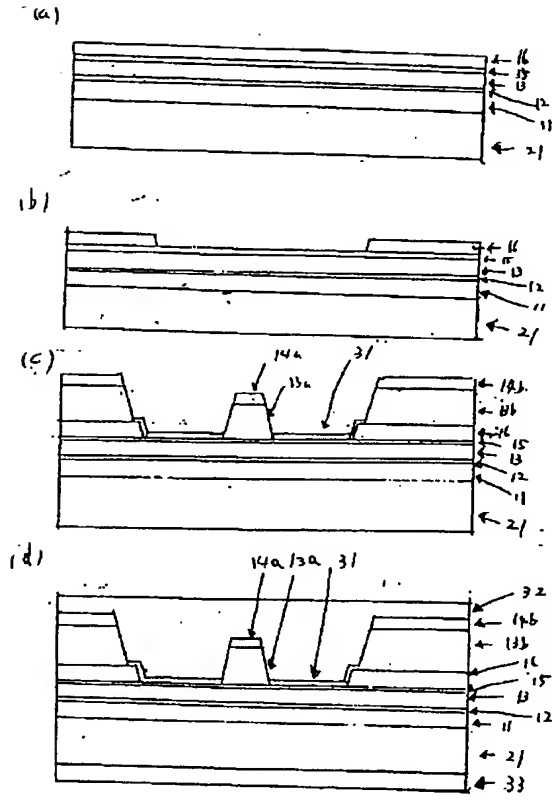
【図8】



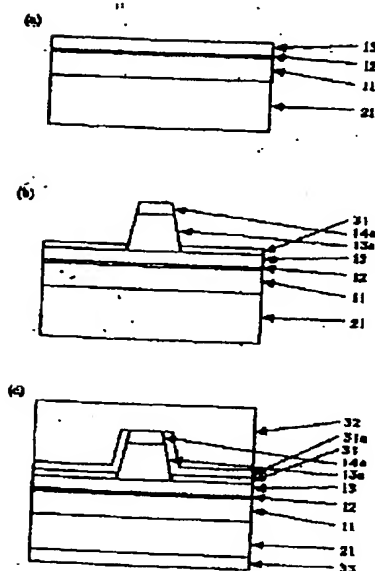
【図1】



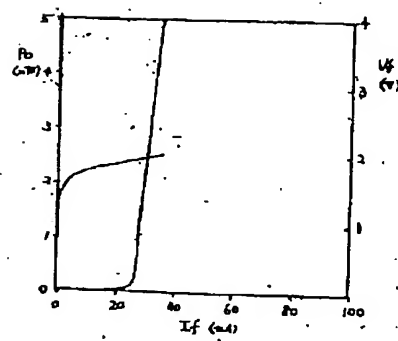
【図2】



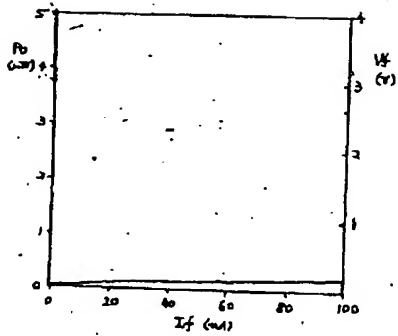
【図5】



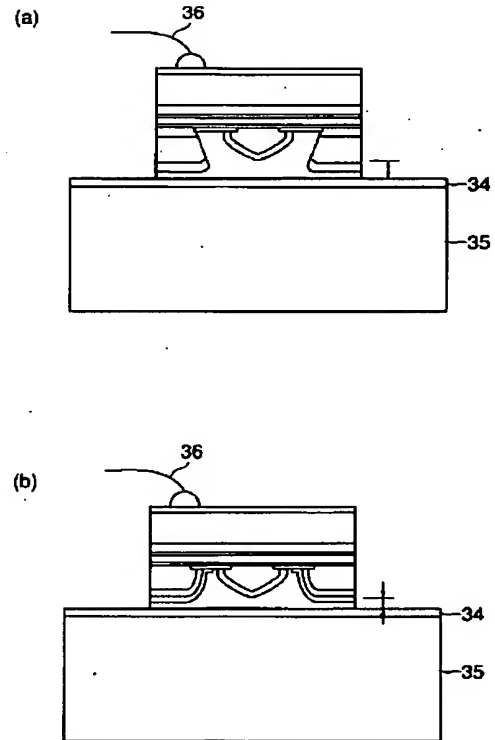
【図6】



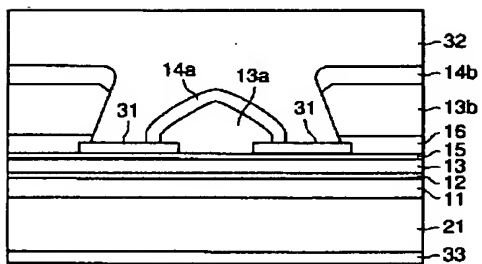
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 克司
茨城県牛久市東端穴町1000番地 三菱化学
株式会社筑波事業所内

(72)発明者 清見 和正
茨城県牛久市東端穴町1000番地 三菱化学
株式会社筑波事業所内